

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **181 859** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
**G05F 3/00 (2006.01)**

(12) **ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 18.02.2019)

(21)(22) Заявка: **2017145206**, 21.12.2017(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.12.2017Дата регистрации:  
26.07.2018Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 21.12.2017(45) Опубликовано: **26.07.2018** Бюл. № **21**(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **RU 174895 U1, 09.11.2017. SU**  
**1501765 A1, 27.08.1995. SU 654940 A1,**  
**30.03.1979. CN 206117480 U, 19.04.2017.**Адрес для переписки:  
**620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,**  
**центр интеллектуальной собственности**

(72) Автор(ы):

**Хохлов Константин Олегович (RU),**  
**Ищенко Алексей Владимирович (RU),**  
**Баранова Анна Александровна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное**  
**образовательное учреждение высшего**  
**образования "Уральский федеральный**  
**университет имени первого Президента**  
**России Б.Н. Ельцина" (RU)**(54) **Ограничитель постоянного напряжения**

(57) Реферат:

Полезная модель относится к технике преобразования электрической энергии, в частности к преобразователям напряжения, которые преобразуют высокое входное напряжение в низковольтное напряжение для питания электронных устройств различного назначения. Данный ограничитель имеет широкое применение и может быть использован для питания электронных схем погружного блока в системах телеметрии нефтяных скважинных насосов.

Ограничитель постоянного напряжения содержит цепь из последовательно соединенных резисторов, вход которой подключен к положительному входу устройства, а выход - к катоду блока стабилизаторов. Такого же количества транзисторов, включенных последовательно сток - исток, причем сток первого транзистора подключен к положительному входу устройства, а исток последнего транзистора является положительным выходом. Затворы транзисторов подключены к соответствующим узлам резистивного делителя таким образом, что падение напряжения на электродах сток - исток транзисторов практически идентично. Анод блока стабилизаторов образует отрицательный вход и выход устройства. К каждому транзистору подключены стабилизаторы, катоды которых подключены к затворам, а аноды - к истокам.

Технический результат заключается в получении высокого диапазона напряжения питания 200-4200В без потери работоспособности и защите транзисторов от перенапряжения на затворе.

Полезная модель относится к технике преобразования электрической энергии, в частности, к ограничителям напряжения, которые преобразуют высокое входное напряжение в низковольтное напряжение для питания электронных схем различного назначения.

В системах погружной телеметрии нефтяных скважинных насосов используется прикрепленный к насосу погружной блок, в котором содержатся электронные схемы, необходимые для работы датчиков состояния электромоторов насосов и передачи информации на поверхность. Для питания этих схем требуется низкое напряжение 12...15В, которое преобразуется в погружном блоке из постоянного напряжения 200В, подаваемого с поверхности. Трехфазное напряжение питания электромотора имеет величину действующего напряжения 3000В частотой  $50 \pm 10$  Гц, которое вырабатывается трехфазным трансформатором, расположенным на поверхности. Обмотки трансформатора и трехфазного электромотора включены по типу «звезда». Трансформатор на поверхности и электромотор насоса в скважине соединены трехфазным кабелем, находящимся в металлической броне. Так как никаких других кабелей кроме трехфазного кабеля для электромотора система не предусматривает, положительное напряжение питания погружного блока 200В подается на нейтральную точку соединения обмоток трансформатора, и, при условии симметричной трехфазной системы, это же напряжение 200В будет формироваться на нейтральной точке обмоток электродвигателя относительно заземленной металлической брони, на которую подключен отрицательный вывод источника напряжения 200В. Однако при «перекосе» фаз потенциал нулевой точки будет сильно колебаться в пределах напряжения 200-1200В, а кратковременные всплески напряжения могут достигать амплитудного значения величины фазы - 4200В (установлено экспериментально).

Таким образом, для систем погружной телеметрии необходим преобразователь со стабилизированным низковольтным выходным напряжением, который питается входным напряжением в пределах 200-1200В и выдерживает кратковременные перегрузки по входному напряжению до 4200В без потери (даже временной) работоспособности в течение длительного времени (не менее двух-трех лет).

Известен «Преобразователь электрической энергии с высоким диапазоном входного напряжения» (Khokhlov K.O., Khokhlov G.K., Ishchenko A.V., Cherepanov A.N., Naronov, A.S. Electric power converter with a wide input voltage range // International Journal of Power Electronics and Drive Systems. Vol. 7, №4. 2016. Pp. 1221-1227.), в котором в качестве первой ступени регулирования используется ограничитель постоянного напряжения, выполненный на транзисторных каскадах, называемый «бобовый стебель» (Фигура 1). Данный ограничитель предназначен для ограничения входного напряжения на уровне не более 1200В, при колебаниях входного постоянного напряжения до 4200В. Ограничитель состоит из резисторов 1, 2 и 3, которые образуют токозадающую цепь для блока стабилитронов 4, а также создают делитель напряжения для затворов полевых транзисторов с изолированным затвором 5, 6 и 7, которые также включены последовательно электродами сток - исток. На фигуре 1 представлена схема из трех резисторно-транзисторных каскадов, хотя их количество может быть и больше. В результате такого включения, при условии, что сопротивление резисторов 1, 2 и 3 имеют одинаковое значение, распределение напряжения на электродах транзисторов 5, 6 и 7 является практически одинаковым и позволяет применить транзисторы с меньшим рабочим напряжением для ограничения высокого входного напряжения. Вследствие того, что сопротивление резисторов 1, 2 и 3 является высоким (что определяется требованием низкого энергопотребления всего устройства), резистивная цепь подвержена влиянию помех и наводок, что может привести к появлению на затворах транзисторов напряжения, превышающего максимально допустимое значение затвор-исток и необратимый пробой транзисторов.

Задача полезной модели - предложить цепь защиты транзисторов в схеме ограничителя постоянного напряжения (Фигура 2).

Ограничитель постоянного напряжения содержит цепь из последовательно соединенных резисторов 1, 2 и 3, верхний вывод которой подключен к положительному входу, нижний вывод к катоду блока стабилитронов 4, транзисторы 5, 6 и 7, сток транзистора 5 подключен к положительному входу, сток транзистора 6 подключен к истоку транзистора 5, сток транзистора 7 подключен к истоку транзистора 6, исток транзистора 7 является положительным выходом, затвор транзистора 5 подключен к точке соединения резисторов 1 и 2, затвор транзистора 6 подключен к точке соединения резисторов 2 и 3, затвор транзистора 7 подключен к точке соединения резистора 3 и катода блока стабилитронов 4, анод блока стабилитронов 4 образует отрицательный вход и выход, отличающийся тем, что добавлены стабилитроны 8, 9 и 10, катоды которых подключены к затворам, а аноды к истокам транзисторов 5, 6 и 7 соответственно.

Ограничитель постоянного напряжения работает следующим образом. Входное напряжение подается на цепь из последовательно соединенных резисторов 1, 2 и 3 и сток полевого транзистора с изолированным затвором 5. Пока входное напряжение меньше напряжения пробоя блока стабилитронов ток через резисторы 1, 2 и 3 не протекает, затворы транзисторов 5, 6 и 7 имеют одинаковый потенциал и падение напряжения на электродах сток - исток близко к нулю. Входное напряжение менее 1200В на выход передается практически без изменения. Когда входное напряжение превышает величину напряжения пробоя блок стабилитронов 4 (1200В), через него начинает протекать ток и напряжение на нем не поднимается выше напряжения

пробоя. Ток через резисторы 1, 2 и 3 начинает протекать и на них появляется напряжение, распределенное равномерно. Транзисторы 5, 6 и 7 в этом случае работают в режиме истокового повторителя, и поддерживают напряжение на выходе на уровне напряжения пробоя блока стабилитронов 4, которое не меняется при значительном увеличении входного напряжения. Распределение напряжения на электродах сток - исток транзисторов 5, 6 и 7 является равномерным. При появлении помех или наводок, которые могут создать ситуацию, при которой напряжение затвора транзисторов будет превышать допустимое значение, в работу вступают стабилитроны 8, 9 и 10, которые ограничивают напряжение на затворе относительно истока на уровне, не превышающем допустимого значения (положительного, когда стабилитрон в режиме обратного пробоя и отрицательного, когда стабилитрон в прямом смещении).

Технический результат.

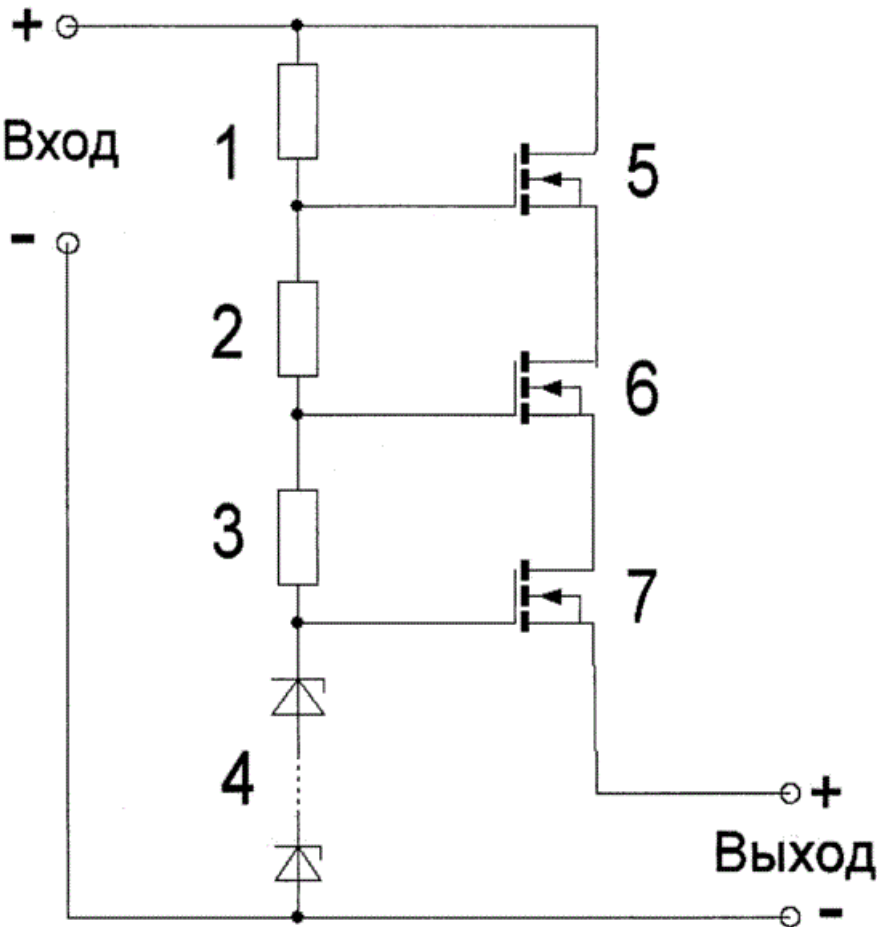
1. Высокий диапазон напряжения питания 200-4200В.
2. Высокая надежность.

#### Формула полезной модели

Ограничитель постоянного напряжения содержит цепь из последовательно соединенных первого, второго и третьего резисторов, вход которой подключен к положительному входу устройства, а выход - к катоду блока стабилитронов, первый, второй и третий транзисторы, сток первого транзистора подключен к положительному входу, сток второго транзистора подключен к истоку первого транзистора, сток третьего транзистора подключен к истоку второго транзистора, а исток третьего транзистора является положительным выходом устройства, затвор первого транзистора подключен к точке соединения первого и второго резисторов, затвор второго транзистора подключен к точке соединения второго и третьего резисторов, затвор третьего транзистора подключен к точке соединения третьего резистора и катода блока стабилитронов, анод блока стабилитронов образует отрицательный вход и выход устройства, отличающийся тем, что добавлены первый, второй и третий стабилитроны, катоды которых подключены к затворам, а аноды - к истокам первого, второго и третьего транзисторов соответственно.



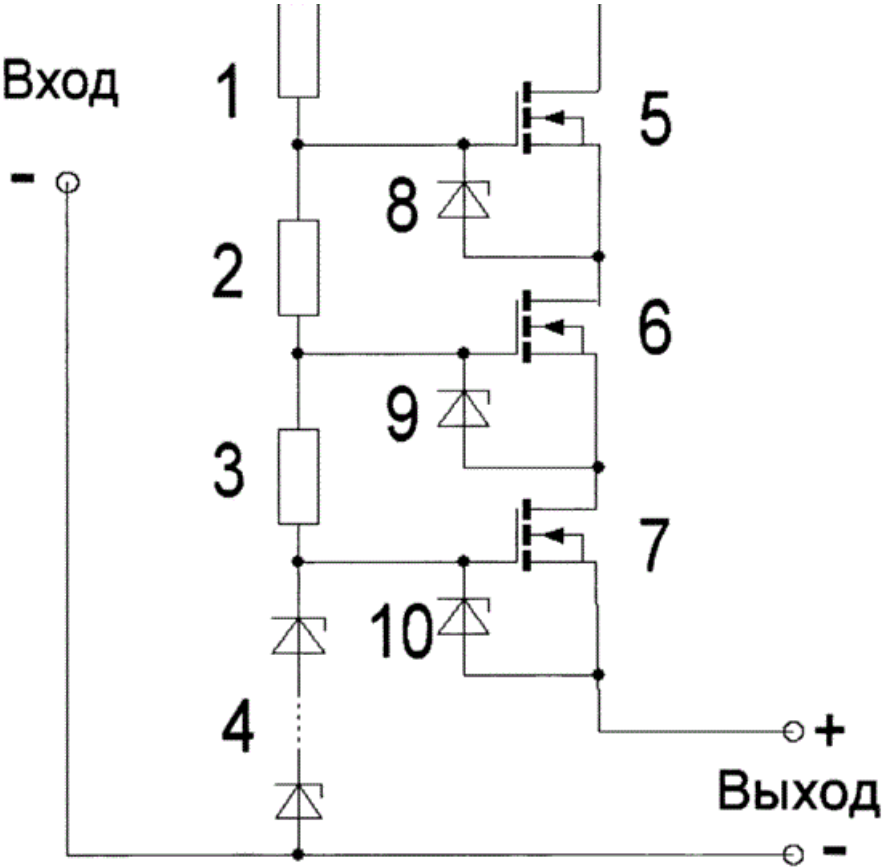
ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ.



Фиг. 1

ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ.





Фиг. 2